

## 明細書

## 信号弁別器

## 技術分野

本発明は、信号弁別器に関し、特に雑音遮断特性が良好で波形歪みのない信号弁別器に関する。

## 背景技術

電子機器の信号線、電源線などのケーブルから放射される放射雑音、及び前記ケーブルに混入してケーブル内を伝導する伝導雑音を低減することは、電子機器が小型化、高性能化されるに従って、ますます重要になってきている。係る雑音を抑制する最も簡単な対策として、従来から図8に示すような信号弁別器が用いられている。

前記信号弁別器は、円筒又はトロイダル形状の磁心に電子機器の信号線、電源線を貫通させる構造である。図8において、信号線または電源線などのケーブル1が、円筒形状の磁心2に貫通されている。前記磁心2の外側は、絶縁物3で覆われている。

この円筒又はトロイダル形状の磁心2は、例えば図9(a)に示すような一つの磁心2により閉磁路を形成する構造のものと、図9(b)に示すような複数に分割された磁心2a、2bを組み合わせて閉磁路を形成する構造のものがある。

この種の軟磁性材料を用いた磁気コアにおける透磁率 $\mu$ 及びインピーダンス $Z$ の周波数特性曲線を図10(a)、図10(b)に示す。高周波帯で、虚数透磁率( $\mu''$ )に起因する純抵抗成分( $R$ )により後述するような高周波雑音吸収効果が得られ、雑音と信号を分離する信号弁別器として使用されている。

従来、前記特性を有する磁気コアのインピーダンス $Z$ は、透磁率 $\mu$ によって以下のように表されていた。

$$Z = R + jX \quad (\text{式1})$$

$$\mu = \mu' + j\mu'' \quad (\text{式2})$$

ここで、 $X$ は透磁率 $\mu$ の実数部 $\mu'$ により生じるリアクタンス成分であって、

インダクタンスに比例する成分である。Rは透磁率 $\mu$ の虚数部 $\mu''$ により生じる抵抗成分であって、巻線抵抗、鉄損などから成る。後述するが、実際にはX、R成分には、それぞれ巻線-巻線間の容量及びコア-巻線間の容量も含まれている。

図10(a)に示すように、透磁率 $\mu$ は実数部 $\mu'$ と虚数部 $\mu''$ とで表され、実数部 $\mu'$ は高周波で減少する。即ち、インダクタンスとしての性質がなくなる。一方、虚数部 $\mu''$ は、ある周波数帯から増加し始め、最大値を経過後、また減少する。係る虚数部 $\mu''$ は、信号弁別器としては純抵抗成分として作用する。即ち、高周波帯の信号または雑音は、熱エネルギーとして消費される。

又、図10(a)を信号弁別器としてのインピーダンスZの変化で示すと、図10(b)に示すようになる。即ち、低周波ではリアクタンス成分Xが支配的で、高周波では虚数部 $\mu''$ が増加して抵抗成分Rが支配的になる。リアクタンス成分Xは雑音を反射し、抵抗成分Rは雑音を熱エネルギーに変換する。

前記リアクタンス成分Xはケーブルに混入している雑音を入力側に反射することにより雑音がケーブル内を伝導することを防止しても、その反射された雑音が更に別の雑音の発生源となり放射雑音となる可能性がある。一方、抵抗成分Rは雑音を熱エネルギーに変換して消費するので、他への雑音としての影響がない。従って、雑音を除去する方法としては、熱エネルギーに変換して除去する方法が望ましい。

これらのリアクタンス成分Xと抵抗成分Rとが同一になる周波数はX-Rクロスポイント周波数と称され、信号弁別器が同一のインピーダンス特性を有する場合には、前記X-Rクロスポイント周波数が低周波であるほど低周波から雑音の低減効果が大となる。従来のこの種の磁性コア材料には、図10の例のような周波数特性を得るために、比抵抗の高いNi-Zn系フェライトが使用されていた。しかしながら、Niを含むため原材料が高価であり、信号弁別器としての価格が高価になり、また、専用の製造プロセスを必要とする等の経済的及び製造技術的問題点があった。

一方、これに対して、安価でかつ良好な特性を有するMn-Zn系フェライトがあるが、一般的なMn-Znフェライトにおける比抵抗は、 $\text{Fe}^{3+}$ と $\text{Fe}^{2+}$ との間(イオン間)での電子の授受もあって、比抵抗が0.1~1 $\Omega\text{m}$ と低く、低

周波から渦電流損が増大して使用できる周波数も数百 kHz 程度が限界である。又、これを超える周波数領域では透磁率（初透磁率）が著しく低下して、軟磁性材料としての特性を全く失ってしまう、という問題があった。又、比抵抗が低いことに起因する絶縁不良を防止する為に、カバーや、絶縁皮膜のコーティングが必要になり、価格が上昇する欠点がある。

前記問題点を解決する手段として、例えば特開平05-283223号公報に開示されている信号弁別器がある。該信号弁別器は、Ni等を含まない比較的安価な材料（Mg-Zn系のフェライト）を使用して、従来の一般的製造プロセスにより、従来の高価なNi-Zn系磁性コアと実質的に同等の周波数特性を有する透磁率及びインピーダンスが得られる磁気コアを製造して、経済的な信号弁別器を提供するものである。

前記磁性コアの主成分は、下記（a）～（d）、副成分助剤は、下記（e）の材料組成を有するように構成することにより、前記目的を達成しようとするものである。

- （a）MgO 20～35 mol%、（b）ZnO 10～20 mol%、（c）MnO 3～10 mol%、
- （d）Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 40～50mol%、（e）CuO、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 各 0～2 重量%。

しかし、係る方法では、以下のような問題点があった。即ち、従来のNi-Zn系磁性コアは、比抵抗が高く、高周波特性がよい。その結果、コイルの共振周波数が高く、前記X-Rクロスポイント周波数が10MHz以上に存在する。

この結果、C-MOSインバータのような数pFの静電容量を有する、入力インピーダンスの高い回路の入力信号線に使用すると、回路のQ（損失係数の逆数）が高いのでデジタル信号がリングングや、アンダーシュート、オーバーシュートしてしまい、信号波形に歪みを生じてしまうという問題点がある。

又、前記特開平05-283223号公報に開示されているMg-Zn系フェライトで形成された磁気コアの特性は、従来のNi-Zn系磁性コアと実質的に同等の周波数特性を有する透磁率及びインピーダンスが得られる磁気コアである。そのために、前記従来のNi-Zn系磁性コアと同様に、信号波形に歪みを生じてしまうと共に、更に飽和磁束密度などの磁性体としての特性が他の磁性体に比べて劣るために、信号弁別器として同一特性を得ようとする磁心の寸法を

大きくしなければならない。特に、大電流が流れる電源線に使用する場合、およびリプル電流やサージ雑音が問題になる場合、磁気飽和しないように更にその寸法を大きくしなければならないという問題点がある。

本発明は、係る問題を解決して、 $Mn-Zn$ 系フェライトの誘電率の変化を利用し、従来の $Ni-Zn$ 系磁性コアを用いた信号弁別器と同等のインピーダンス特性を示し、更に高周波雑音帯では高周波雑音により生ずる波形歪みを低減した高耐圧の信号弁別器を提供することを目的としてなされたものである。

#### 発明の開示

前述のように、従来の磁気コアのインピーダンス $Z$ は(式1)、(式2)で表されていた。一方、(社)日本電子材料工業会編集の「電子回路用セラミック基板」p200-201によれば、「磁性基板は、静電界のみが作用するときには純粋に磁性材料として扱うことができるが、マイクロ波のように高周波の電界及び磁界が同時に使用する場合には、単に磁氣的性質のみでなく、誘電的性質も表れる…」ことが知られている。

更に「……フェライトの誘電率は、低い周波数(kHz帯以下)では、数千のオーダに達することもある。1MHz帯以上では、ほとんどのフェライトが分散現象を超え、マイクロ波帯では、多くのフェライトの誘電率は10~15程度となる。」ことも知られている。

本発明者等は、上記の点に着目し、 $Ni$ 等を含まぬ比較的安価な軟磁性材料を用いた磁気コアの比抵抗を増加すると共に、複素比誘電率の実数部が、前記ケーブルに流れる電気信号の周波数より低周波領域で大きく、高周波領域で小さくなるように決定し、従来の一般的製造プロセスにより製造できるようにした。

その結果、 $Ni$ 等を含まぬ比較的安価な軟磁性材料でも比抵抗の増加により信号周波数帯での渦電流損を低減できると共に、複素比誘電率が周波数の変化とともに変わることにより、信号弁別器としての抵抗成分が低周波帯では小さく、前記雑音信号の周波数帯において大きくなるようにでき、高周波雑音により生ずる波形歪みを低減できた。

更に詳しくは、本発明は上記目的を達成するために請求項1記載の信号弁別

器では、軟磁性材料により閉磁路を形成し、該閉磁路にケーブルを貫通させて該ケーブルに流れる電気信号を通過させ、雑音信号を遮断する信号弁別器において、前記軟磁性材料は、その複素比誘電率が周波数により変化し、複素比誘電率の実数部が、前記ケーブルに流れる電気信号の周波数より低周波領域で大きく、高周波領域で小さいことを特徴とする。

請求項2記載の信号弁別器では、請求項1に記載の信号弁別器において、前記軟磁性材料の複素比誘電率の実数部が1 KHzにおいて1,000以上、かつ20,000以下、1 MHzにおいて50以下であることを特徴とする。

請求項3記載の信号弁別器では、請求項1又は2に記載の信号弁別器において、前記軟磁性材料は、その基本成分組成が、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  44.0~50.0 mol%（ただし、50.0 mol%は除く）、 $\text{ZnO}$  4.0~26.5 mol%、 $\text{TiO}_2$  および  $\text{SnO}_2$  のうちの何れか一方または両方が 0.1~8.0 mol%、残部  $\text{MnO}$  の材料組成を有することを特徴とする  $\text{Mn}-\text{Zn}$  フェライトであることを特徴とする。

請求項4記載の信号弁別器では、請求項1又は2に記載の信号弁別器において、前記軟磁性材料は、その基本成分組成が、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  44.0~50.0 mol%（ただし、50.0 mol%は除く）、 $\text{ZnO}$  4.0~26.5 mol%、 $\text{TiO}_2$  および  $\text{SnO}_2$  のうちの1種または2種が 0.1~8.0 mol%、 $\text{CuO}$  0.1~16.0 mol%、残部  $\text{MnO}$  の材料組成を有することを特徴とする  $\text{Mn}-\text{Zn}$  フェライトであることを特徴とする。

請求項5記載の信号弁別器では、請求項1から4の何れかに記載の信号弁別器において、前記軟磁性材料の比抵抗は150  $\Omega\text{m}$ 以上であることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図1はX-Rクロスポイント周波数の移動の様子を説明する図であって、図1(a)は周波数特性図、図1(b)は信号弁別器の等価回路である。

図2は本発明の実施形態の軟磁性材料を用いた磁気コアと、比較のために用いる軟磁性材料を用いた磁気コアの基本成分組成（単位はmol%）である。

図3は図2の基本成分組成（単位はmol%）で形成した磁気コアの基本特性の実測値である。

図4は試料1、2、3、4における複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ の周波数特性で

ある。

図5は各試料における信号弁別器のインピーダンス $Z$ の変化を示した図である。

図6は試料1について、インピーダンス $Z$ をリアクタンス成分 $X$ と抵抗成分 $R$ とに分離して表した図である。

図7は試料4について、インピーダンス $Z$ をリアクタンス成分 $X$ と抵抗成分 $R$ とに分離して表した図である。

図8は従来の信号弁別器の図である。

図9は従来の円筒又はトロイダル形状の磁心を説明する図であって、それぞれ図9(a)は一つの磁心により閉磁路を形成する構造図、図9(b)は複数に分割された磁心を組み合わせて閉磁路を形成する構造図である。

図10は軟磁性材料を用いた磁気コアにおける透磁率 $\mu$ 及びインピーダンス $Z$ の周波数特性曲線を示す図であって、図10(a)は透磁率 $\mu$ 、図10(b)はインピーダンス $Z$ を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

上述のように、フェライトのような軟磁性材料を用いた磁気コアは、単に磁氣的性質のみでなく、誘電的性質も表れ、更にその誘電率は周波数により変化する。従って、(式1)で示されるインピーダンス $Z$ は誘電率 $\epsilon$ の影響を受ける。以下、前記軟磁性材料を用いた磁気コアを透磁率 $\mu$ のみではなく、誘電率 $\epsilon$ も考慮して述べる。

前記誘電率 $\epsilon$ を(式3)のように定義する。

$$\epsilon = \epsilon' - j \epsilon'' \quad (3)$$

ここで、 $\epsilon'$ は誘電率 $\epsilon$ の実数部、 $\epsilon''$ は、誘電率 $\epsilon$ の虚数部である。

図10(b)から明らかなように、 $R$ は透磁率 $\mu$ の虚数部 $\mu''$ により生じる抵抗成分 $R$ が低周波に移動すると $X-R$ クロスポイント周波数も低周波に移動する。又、それとは別に、リアクタンス成分 $X$ の周波数特性の形状が変化することでも $X-R$ クロスポイント周波数は移動する。

本発明は、リアクタンス成分 $X$ の周波数特性が前記低周波帯の誘電率 $\epsilon$ の影響

響により変化し、 $X-R$ クロスポイント周波数が低周波側に移動する作用を用いている。

図1は、前記 $X-R$ クロスポイント周波数の移動の様子を説明する図であつて、図1(a)は $\epsilon'$ 、 $R$ および $X$ の周波数特性図、図1(b)は信号弁別器の等価回路である。図1(a)において、横軸は周波数、縦軸はリアクタンス成分 $X_1$ 、 $X_2$ 、抵抗成分 $R$ 、及び誘電率の実数部 $\epsilon'_1$ 、 $\epsilon'_2$ である。

なお、リアクタンス成分 $X_1$ 、 $X_2$ は、それぞれ誘電率の実数部 $\epsilon'$ が小さく、一定の場合( $\epsilon'_1$ )と、誘電率の実数部 $\epsilon'$ が低周波帯にて大きく、高周波帯にて小さくなるように変化する場合( $\epsilon'_2$ )のリアクタンス成分である。又、 $X_{R1}$ 、 $X_{R2}$ は、それぞれ前記リアクタンス成分 $X_1$ 、 $X_2$ と抵抗成分 $R$ とが交叉する $X-R$ クロスポイント周波数である。

信号弁別器は、図1(b)に示すように、抵抗成分 $R$ と、誘導性リアクタンス $L$ 及び容量性リアクタンス $C$ の並列回路で表される。ここで、容量性リアクタンス $C$ は巻線間の浮遊容量とコア-巻線間の浮遊容量から成る。

コア-巻線間の浮遊容量はコアの誘電率の実数部に依存する。即ち、誘電率の実数部が大きいと容量性リアクタンス $C$ が大きくなる。本発明の軟磁性材料は、誘電率の実数部に依存する容量性リアクタンス $C$ をもち、その複素比誘電率が周波数により変化し、複素比誘電率の実数部が、前記ケーブルに流れる電気信号の周波数より低周波領域で大きく、高周波領域で小さい。

従つてリアクタンス成分 $X_2$ は、低周波領域で容量性リアクタンス $C$ が誘導性リアクタンス $L$ に対して無視できず、その影響で容量性リアクタンス $C$ と誘導性リアクタンス $L$ の並列回路としてのリアクタンスの値 $X_2$ が減少(形状変化)する。一方、高周波領域では容量性リアクタンス $C$ の影響が減少する。その結果、全体としてのインピーダンス特性 $Z$ をあまり変化させること無しに、リアクタンス成分 $X_2$ は、リアクタンス成分 $X_1$ に比べて減少し、 $X-R$ クロスポイント周波数は $X_{R1}$ より低周波の $X-R$ クロスポイント周波数 $X_{R2}$ に移動する。

前述のように本発明では、リアクタンス成分 $X$ の周波数特性を前記誘電率 $\epsilon$ の影響により変化させ、 $X-R$ クロスポイント周波数を低周波側に移動し、雑音成分の存在する周波数帯での雑音を熱エネルギーに変換し、高周波雑音により生

ずる波形歪みを低減する。

以下、実施例1と実施例2について説明する。図2は、本発明の実施形態である実施例1と実施例2の軟磁性材料を用いた磁気コアと、比較のために用いる軟磁性材料を用いた磁気コアの基本成分組成（単位はmol%）である。図2において、符号S1が実施例1、符号S2が実施例2、符号S3、S4、S5が比較のために用いる軟磁性材料のそれぞれ基本成分組成（単位はmol%）である。以下、符号S1、S2、S3、S4、S5をそれぞれ試料1、試料2、試料3、試料4、試料5と称す。

以下の実施例では、使用する信号の周波数を1MHz帯、除去する雑音の周波数を10～500MHz帯とする。そして、係る信号と雑音の周波数を弁別するためのX-Rクロスポイント周波数を10MHz以下とする。

又、比抵抗 $\rho$ は、信号ライン、電源ラインなどのケーブルに印加される電圧により決定されるが、通常使用される用途における電圧の範囲で問題のない比抵抗 $\rho$ の範囲で決定し、 $\rho=150\Omega\text{m}$ とする。前記条件において、軟磁性材料の複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ が1kHzにおいて1,000以上、かつ20,000以下、1MHzにおいて50以下となるように基本成分組成を定めた。

軟磁性材料の複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ が1kHzにおいて1,000以上、かつ20,000以下としたのは、1,000未満であると、容量性リアクタンスCが小さすぎる為リアクタンスXの周波数特性の形状が変化しないからであり、20,000を超えると、容量性リアクタンスCが大きすぎる為リアクタンスXが著しく変化し、全体のインピーダンス特性にまで影響を与えてしまうからである。更に、複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ が1MHzにおいて50以下としたのは、50を超えると高周波帯での容量性リアクタンスCが大きすぎる為、高周波帯でのインピーダンス特性が劣化してしまうからである。

#### （実施例1）

試料1の基本成分組成は、図2の符号S1に示す軟磁性材料のように、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  44.0～50.0 mol%（ただし、50.0mol%は除く）、 $\text{ZnO}$  4.0～26.5 mol%、 $\text{TiO}_2$ および $\text{SnO}_2$ のうちの何れか一方または両方が0.1～8.0mol%、残部 $\text{MnO}$ の材料組成の範囲から、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  47.0 mol%、 $\text{ZnO}$  10.5 mol%、 $\text{TiO}_2$  1.0mol%、 $\text{MnO}$  41.5 mol%



とした場合である。

予め主成分としての  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{TiO}_2$  および  $\text{MnO}$  の各原料粉末を前記図 2 に示した所定の比率となるように秤量し、これらをボールミルにて混合して混合粉末を得、次に、この混合粉末を大気中  $900^\circ\text{C}$  で 2 時間、仮焼成する。次にボールミルにて平均結晶粒径がおよそ  $1.4\ \mu\text{m}$  になるまで微粉碎する。

更に、この混合粉末にポリビニルアルコールを添加して造粒し、 $80\text{MPa}$  の圧力を加えてトロイダル形状の磁心にする。該トロイダル形状の磁心は、例えば、焼き上がりで外径  $15\text{mm}$ 、内径  $8\text{mm}$ 、高さ  $3\text{mm}$  である。その後、窒素を流入して酸素分圧を制御した雰囲気中、 $1150^\circ\text{C}$  で 3 時間焼成する。

#### (実施例 2)

試料 2 の基本成分組成は、図 2 の符号 S 2 に示す軟磁性材料のように、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $44.0\sim 50.0\ \text{mol}\%$  (ただし、 $50.0\text{mol}\%$  は除く)、 $\text{ZnO}$   $4.0\sim 26.5\ \text{mol}\%$ 、 $\text{TiO}_2$  および  $\text{SnO}_2$  のうちの 1 種または 2 種  $0.1\sim 8.0\text{mol}\%$ 、 $\text{CuO}$   $0.1\sim 16.0\ \text{mol}\%$ 、残部  $\text{MnO}$  の材料組成の範囲から、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $47.0\ \text{mol}\%$ 、 $\text{ZnO}$   $10.5\ \text{mol}\%$ 、 $\text{SnO}_2$   $0.5\text{mol}\%$ 、 $\text{MnO}$   $39.5\ \text{mol}\%$ 、 $\text{CuO}$   $1.5\ \text{mol}\%$  とした場合である。

予め主成分としての  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{MnO}$ 、及び  $\text{CuO}$  の各原料粉末を前記図 2 に示した所定の比率となるように秤量し、これらをボールミルにて混合して混合粉末を得、次に、この混合粉末を大気中  $900^\circ\text{C}$  で 2 時間、仮焼成する。次にボールミルにて平均結晶粒径がおよそ  $1.4\ \mu\text{m}$  になるまで微粉碎した。

更に、この混合粉末にポリビニルアルコールを添加して造粒し、 $80\text{MPa}$  の圧力を加えてトロイダル形状の磁心にする。該トロイダル形状の磁心は、例えば、焼き上がりで外径  $15\text{mm}$ 、内径  $8\text{mm}$ 、高さ  $3\text{mm}$  である。その後、窒素を流入して酸素分圧を制御した雰囲気中、 $1150^\circ\text{C}$  で 3 時間焼成する。

なお、試料 3、4、5 に示した、比較のために用いる軟磁性材料は、予め主成分としての  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{MgO}$  及び  $\text{CuO}$  の各原料粉末を前記図 2 に示した所定の比率となるように秤量し、これらをボールミルにて混合して混合粉末を得、次に、この混合粉末を大気中  $900^\circ\text{C}$  で 2 時間、仮焼成する。次にボールミルにて平均結晶粒径がおよそ  $1.4\ \mu\text{m}$  になるまで微粉碎した。

更に、この混合粉末にポリビニルアルコールを添加して造粒し、 $80\text{MPa}$  の圧

力を加えてトロイダル形状の磁心にする。該トロイダル形状の磁心は、例えば、焼き上がりで外径15mm、内径8mm、高さ3mmである。その後、符号S3の試料は、窒素を流入して酸素分圧を制御した雰囲気中、1,150℃で3時間焼成し、試料4、5は大気中、1,150℃で3時間焼成した。

図3は、図2の基本成分組成（単位はmol%）で形成した磁気コアの基本特性の実測値である。符号S1、S2、S3、S4、S5は、図2と同一に用いている。0.1MHzにおける初透磁率 $\mu_i$ 、1,194A/mにおける飽和磁束密度 $B_s$ 、比抵抗 $\rho_v$ 、及び1KHzと1MHzにおける複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ の実測値である。

図3から明らかなように、試料1、試料2、及びNi-Zn系の試料4は、初透磁率 $\mu_i$ 、飽和磁束密度 $B_s$ 、比抵抗 $\rho_v$ とも良好な結果である。一方、一般的なMn-Zn系の試料3は、初透磁率 $\mu_i$ 、飽和磁束密度 $B_s$ は良好な結果であるが、比抵抗 $\rho_v$ が著しく低く、高周波での使用が困難である。又、比抵抗 $\rho_v$ が著しく低いために、その表面に薄い絶縁皮膜を施すか、または絶縁皮膜のあるケーブルを使用することが必要となり、用途が限定される。

又、Mg-Zn系の試料5は、飽和磁束密度 $B_s$ が低く、他の試料に比べて優位性がない。特に、信号弁別器はリプル電流やサージ雑音に対して磁気飽和しないことが要求されたため、飽和磁束密度 $B_s$ が低い試料5は磁心の寸法を大きくせねばならない。

図4は、前記試料1、2、3、4における複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ の周波数特性である。図4から明らかなように、試料1、2は1KHzでは複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ は10,000以上あるが、略5KHzから複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ が減少し、1MHzではその値が略30程度になっている。

一方、一般的なMn-Zn系の試料3は、1KHzでは複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ は100,000以上あり、1MHzでもその値が略2,000程度あり、更に10MHzでもその値は1,000以上である。又、Ni-Zn系の試料4は1KHzでも複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ が20程度と低い。

図5は、前記各試料における信号弁別器のインピーダンス $Z$ の変化を示した図であってインピーダンス $Z$ を縦軸に、周波数を横軸にとってある。図5から明

らかなように、使用する信号の周波数を1MHz帯、除去する雑音の周波数を10～500MHz帯とした本実施例での雑音対策として重要である、10MHz以上の周波数帯において、試料3のインピーダンス特性は、他の試料に比較して著しく低下している。これはMn-Zn系の試料の比抵抗 $\rho_v$ が低く、更に、1KHzでの複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ が100,000以上、1MHzでもその値が略2,000程度あり、更に10MHzでもその値は1,000以上であることによる。

図6は、前記試料1について、インピーダンスZをリアクタンス成分Xと抵抗成分Rとに分離して表した図である。図6から明らかなように、試料1のX-Rクロスポイント周波数XR2は、略5MHzである。なお、図示していない試料2の特性も図6と略同一である。

図7は、前記試料4について、インピーダンスZをリアクタンス成分Xと抵抗成分Rとに分離して表した図である。図6から明らかなように、試料4のX-Rクロスポイント周波数XR1は、略10MHzで、従来と同様である。

前記試料1、2のX-Rクロスポイント周波数XR2が5MHzとなっているのは、図4で前述したように、試料1、2は、1KHzでは複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ は10,000以上あるが、略5KHzから複素比誘電率の実数部 $\epsilon'$ が減少し、1MHzではその値が略30程度になっているためである。

以上の結果、従来から知られている、Mn-Zn系の試料3、Ni-Zn系の試料4、Mg-Zn系の試料5に比べ、本発明の試料1、2のインピーダンス特性、雑音抑制性能が優れていることがわかる。

#### 産業上の利用可能性

請求項1記載の信号弁別器によれば、軟磁性材料により閉磁路を形成し、該閉磁路にケーブルを貫通させて該ケーブルに流れる電気信号を通過させ、雑音信号を遮断する信号弁別器において、前記軟磁性材料は、その複素比誘電率が周波数により変化し、複素比誘電率の実数部が、前記ケーブルに流れる電気信号の周波数より低周波領域で大きく、高周波領域で小さい為、雑音成分を抑制し、信号成分を通過する信号弁別器を得ることができる。

請求項2乃至5に記載の信号弁別器によれば、使用する信号の周波数が1MHz帯、除去する雑音の周波数が10～500MHz帯、X-Rクロスポイント周波数が10MHz以下の磁気飽和のない、絶縁が良好で、信号と雑音を弁別できる低価格の信号弁別器を得ることができる。

## 請求の範囲

1. 軟磁性材料により閉磁路を形成し、該閉磁路にケーブルを貫通させて該ケーブルに流れる電気信号を通過させ、雑音信号を遮断する信号弁別器において、前記軟磁性材料は、その複素比誘電率が周波数により変化し、該複素比誘電率の実数部が、前記ケーブルに流れる電気信号の周波数より低周波領域で大きく、高周波領域で小さいことを特徴とする信号弁別器。
2. 前記軟磁性材料の複素比誘電率の実数部が1 KHzにおいて1,000以上、かつ20,000以下、1 MHzにおいて50以下であることを特徴とする請求項1に記載の信号弁別器。
3. 前記軟磁性材料は、その基本成分組成が、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  44.0~50.0 mol% (ただし、50.0mol%は除く)、 $\text{ZnO}$  4.0~26.5 mol%、 $\text{TiO}_2$  および  $\text{SnO}_2$  のうちの何れか一方または両方が 0.1~8.0mol%、残部  $\text{MnO}$  の材料組成を有することを特徴とするMn-Zn フェライトであることを特徴とする請求項1又は2に記載の信号弁別器。
4. 前記軟磁性材料は、その基本成分組成が、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  44.0~50.0 mol% (ただし、50.0mol%は除く)、 $\text{ZnO}$  4.0~26.5 mol%、 $\text{TiO}_2$  および  $\text{SnO}_2$  のうちの1種または2種が 0.1~8.0mol%、 $\text{CuO}$  0.1~16.0 mol%、残部  $\text{MnO}$  の材料組成を有することを特徴とするMn-Zn フェライトであることを特徴とする請求項1又は2に記載の信号弁別器。
5. 前記軟磁性材料の比抵抗は150  $\Omega\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1から4の何れかに記載の信号弁別器。

## 要約書

Mn - Zn 系フェライトの誘電率の変化を用いた信号弁別器を提供する。容量性リアクタンスCをもち、その複素誘電率が周波数により変化し、該複素比誘電率の実数部  $\epsilon'$  が、低周波領域で大きく、高周波領域で小さい。リアクタンス成分  $X_2$  は、低周波領域で容量性リアクタンスCが誘導性リアクタンスLに対して無視できず、その影響で容量性リアクタンスCと誘導性リアクタンスLの並列回路としてのリアクタンスの値  $X_2$  が減少し、高周波領域では容量性リアクタンスCの影響が減少する。その結果、リアクタンス成分  $X_2$  は、従来の軟磁性材料のリアクタンス成分  $X_1$  に比べて低下し、 $X-R$  クロスポイント周波数は、従来の  $X-R$  クロスポイント周波数  $X_{R1}$  より低周波に移動して雑音成分の存在する周波数帯での雑音を熱エネルギーに変換し、高周波雑音により生ずる波形歪みを低減する。

1/4

図 1

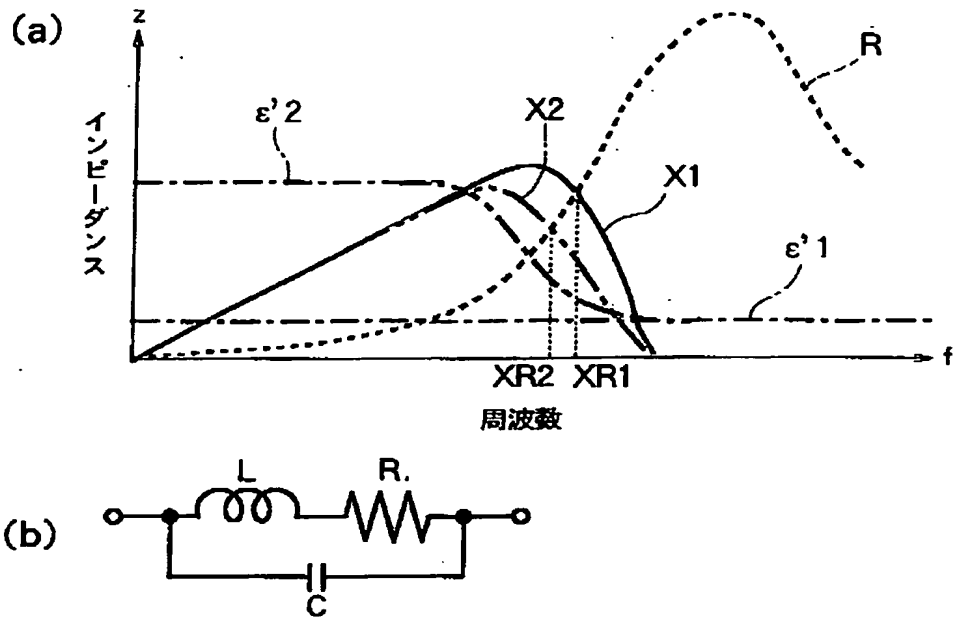


図 2

	基本成分相成 (mol %)							
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	ZnO	TiO <sub>2</sub>	SnO <sub>2</sub>	NiO	MgO	CuO
S1	47.0	41.5	10.5	1.0	—	—	—	—
S2	47.0	39.5	10.5	—	0.5	—	—	1.5
S3	53.0	37.5	9.5	—	—	—	—	—
S4	48.5	—	31.5	—	—	15.0	—	5.0
S5	48.5	2.0	18.5	—	—	—	31.0	—

図 3

	μ <sub>i</sub>	B <sub>s</sub>	ρ <sub>v</sub>	ε <sub>1</sub>	
	(0.1MHz)	(1,194A/m)	(Ω m)	(1KHz)	(1MHz)
S1	857	410	1000	12320	32
S2	861	390	1000	10970	28
S3	853	420	0.1	58430	18800
S4	864	370	10000	22	17
S5	847	250	10000	56	51

2/4

図 4

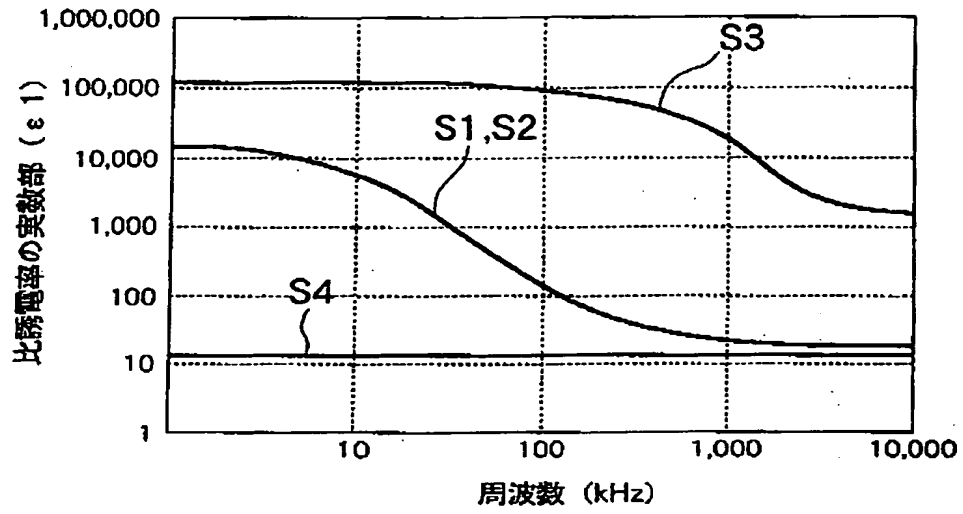
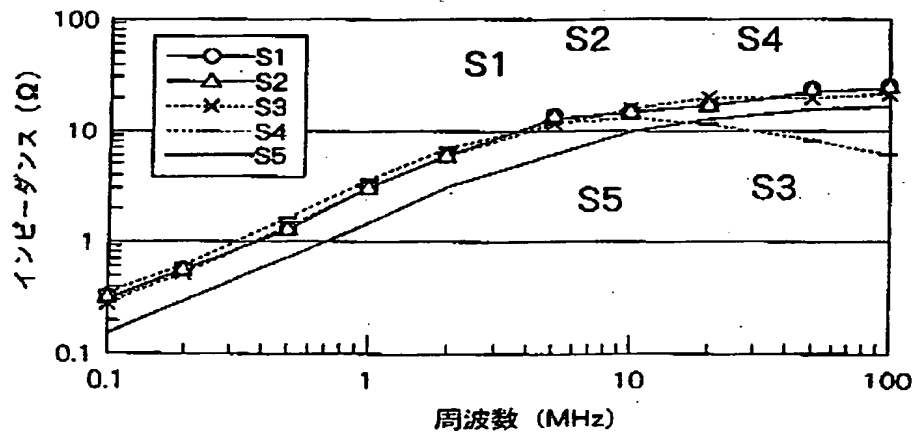


図 5





3/4

図 6

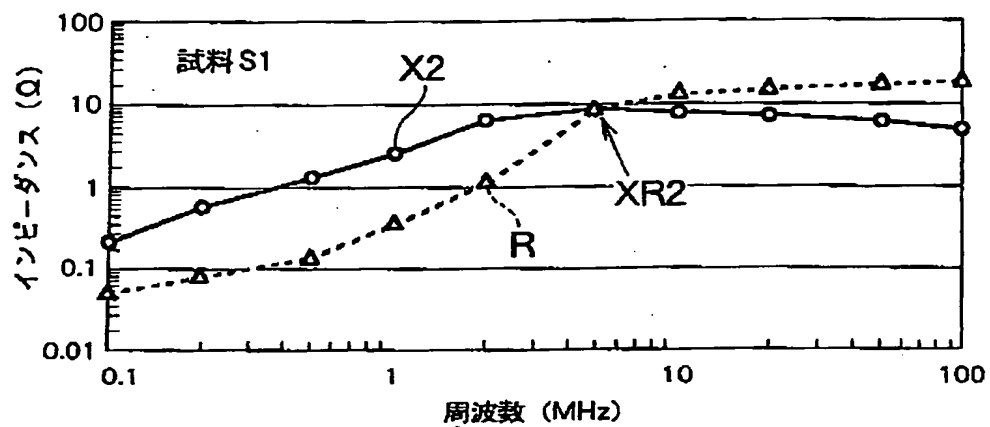
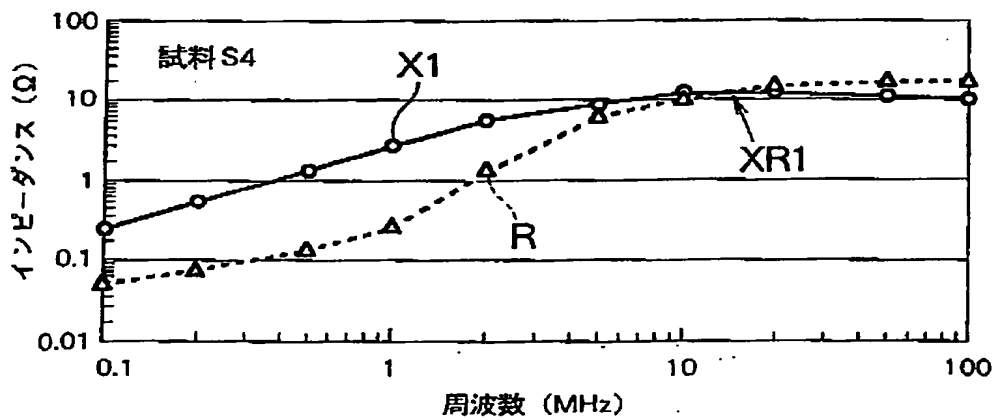


図 7



4/4

図 8

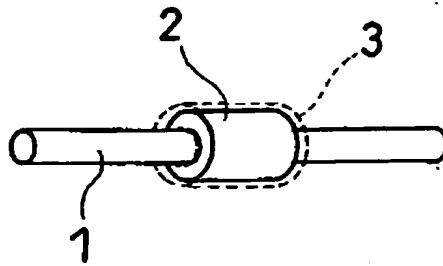


図 9

(a)

(b)

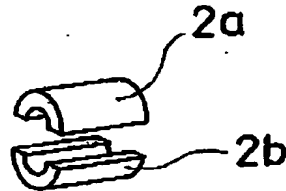
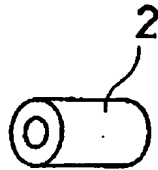


図 10

